

PAT-NO: JP02001327138A

TITLE: MOTOR UTILIZING CONVERGING PHENOMENON OF  
MAGNETIC FLUX

PUBN-DATE: November 22, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

KAWAI, TERUO

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NIPPON RIKEN KK

N/A

KOSUMOSU:KK

N/A

APPL-NO: JP2000139826

APPL-DATE: May 12, 2000

INT-CL (IPC): H02K021/16;H02K001/14 ;H02K001/22 ;H02K001/24  
;H02K001/27; H02K029/06;

ABSTRACT/PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor which  
attains higher efficiency and assures excellent startability.

SOLUTION: In the motor of first invention, a rotor 10 provided with  
projections 10a projected at equal intervals along the outer circumference of  
a magnetic disc and a disc 40 formed of a magnetic material are fixed via  
an interval to sandwich a permanent magnet 20 with a rotating shaft and  
twelve (12) bar electromagnets 30 are provided in the surrounding thereof  
to bridge over the external circumferences of the rotor 10 and disc 40. The  
rotor 10 and the disc 40 are supported to freely rotate at the internal side of  
the electromagnet 30 and magnetic flux between magnetic poles of the  
permanent magnet 20 is converged to an excitation electromagnet via the  
disc 40 by exciting the predetermined electromagnet 30. Thereby, the  
magnetic flux working to restrict the rotor 10 in the non-power feeding  
condition is easily eliminated to assure the smooth starting. Moreover, the  
magnetic interaction to impede the rotation can be prevented.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-327138

(P2001-327138A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 K 21/16		H 0 2 K 21/16	M 5 H 0 0 2
1/14		1/14	Z 5 H 0 1 9
1/22		1/22	A 5 H 6 2 1
1/24		1/24	A 5 H 6 2 2
1/27	5 0 1	1/27	5 0 1 Z
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-139826(P2000-139826)

(22) 出願日 平成12年5月12日 (2000. 5. 12)

(71) 出願人 592012546

日本理研株式会社

東京都大田区西蒲田7丁目4番3号 カー  
サ蒲田704

(71) 出願人 000136077

株式会社コスモス

大阪府茨木市沢良宜西1丁目22番6号

(72) 発明者 河合 輝男

東京都大田区西蒲田7-4-3-905

(74) 代理人 100071283

弁理士 一色 健輔 (外3名)

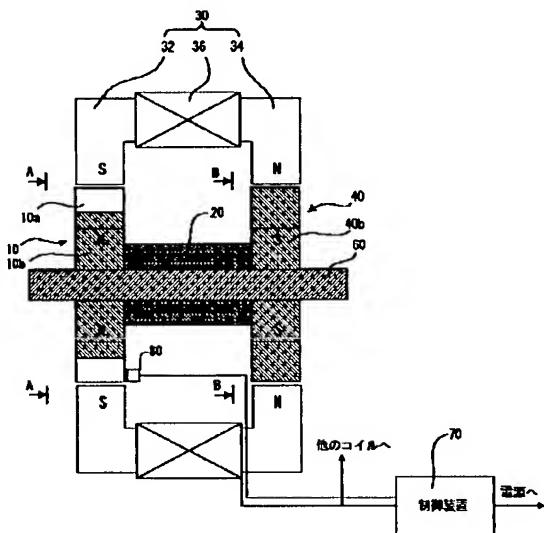
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁束の収束現象を利用した電動機

(57) 【要約】

【課題】 高効率を達成できかつ始動性のよい電動機を提供する。

【解決手段】 第1の発明による電動機は、磁性体円板の外周に沿って等間隔に突設された突起部10aを備えたロータ10と、磁性体円板であるディスク40とが回転軸60によって永久磁石20を挟み込むように間隔において固接されており、その周囲に12個の棒状電磁石30がそのロータ10及びディスク40の各外周縁の間に差し渡されるように配設されている。ロータ10及びディスク40は電磁石30の内方において回転自在に支持されており、所定の電磁石30を励磁することにより、永久磁石20の各磁極の間を回磁していた磁束はディスク40を介して励磁電磁石に収束される。これにより、無通電状態においてロータ10を拘束するように作用していた磁束は容易に解消され、円滑な起動が確保される。また、回転を障害するような磁氣的相互作用は防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 略円板状の磁性体より形成され、その外周縁に沿って複数の径方向突起部が設けられた出力部材と、

その出力部材と間隔を隔てて並置された、略円板状の磁性体よりなる磁束制御部材と、

前記出力部材と前記磁束制御部材とのそれぞれの外周縁の間にほぼ差し渡されるように配設され、その一端部が前記出力部材の外周縁に、その他端部が前記磁束制御部材の外周縁に沿って間隔をおいて配置されて、各々それら出力部材および磁束制御部材と磁気的な相互作用をなすようになっている複数の電磁石と、

少なくとも前記出力部材を前記複数の電磁石の内方において周方向に回転自在に支持している支持手段と、

前記出力部材と前記磁束制御部材との間に、その出力部材と磁束制御部材とを互いに異極性に磁化するように配設された磁化手段と、

前記出力部材および前記磁束制御部材の外周縁と対向している前記電磁石のそれぞれは、その出力部材と対向している各一端部が前記磁化手段によって与えられる出力部材側極性と異極性となるように、各電磁石に所定のタイミングで励磁電流を供給する励磁電流供給手段とを備えた電動機。

【請求項2】 磁性体を用いて略円板状に形成された可動子部材であって、その一方の面上には周方向に対して磁束を収束させつつ通過させ得るほぼ径方向に隆起形成された少なくとも一の隆起部を備えた可動子部材を、一組間隔をおいて並置するとともに、それら可動子部材を互いに固定して回転子部材を形成し、

前記並置された可動子部材のそれぞれの外周縁の間にほぼ差し渡されるように配設され、その各端部が前記各可動子部材の外周縁に沿って間隔をおいて配置されて、各々それら可動子部材と磁気的な相互作用をなすようになっている複数の電磁石と、

前記回転子部材を前記複数の電磁石の内方において周方向に回転自在に支持している支承手段と、

前記一組の可動子部材の間に、それらの可動子部材を互いに異極性に磁化するように配設された磁化手段と、

前記各可動子部材の外周縁と対向している前記電磁石のそれぞれの端部が、それぞれ対向している可動子部材に前記磁化手段が与える各極性とそれぞれ異極性となるように、各電磁石に所定のタイミングで励磁電流を供給する励磁電流供給手段とを備えた電動機。

【請求項3】 前記磁化手段は永久磁石である請求項1又は請求項2に記載の電動機。

【請求項4】 前記磁化手段はその磁力が調整し得るように構成された電磁石を含んでいる請求項1又は請求項2に記載の電動機。

【請求項5】 前記電磁石の他端部がそれぞれ前記磁束制御部材に接続されている請求項1に記載の電動機。

【請求項6】 前記各電磁石は、それぞれが前記出力部材の外周縁に配設された突起部を連続して吸引するように順次励磁される請求項1に記載の電動機。

【請求項7】 前記各電磁石は、それぞれが前記可動子部材の外周縁に臨む前記隆起部を連続して吸引するように順次励磁される請求項2に記載の電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、永久磁石が有する磁束を利用した電動機に係わり、特に永久磁石に装着された磁性材料内部に生じる磁束の収束現象を回転駆動力の発生に有効な方向のみへ惹起させ、高効率高トルクを達成することができる電動機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電気エネルギーを機械的な出力、例えばトルクとして取り出せるようにした変換システムとして、種々の電動機が開発されてきた。それら従来の電動機にあっては、ステータ、ロータのいずれか又は両方に電磁石が用いられており、それらの電磁石によって回転磁界を生成してロータを追従させるもの（例えば誘導電動機）、あるいは、永久磁石ステータの磁界中に極性反転制御を可能として設けられたロータを回転自在に配設し、ロータとステータとの間の磁束の相互作用によって回転力を得るもの（例えば一般的な直流電動機）などがある。

【0003】このような在来の電動機については、永久磁石から発生する磁束を利用してエネルギー変換効率を高めようとする試みが種々なされてきた。発明者らは、特に永久磁石が発生する磁束の分布を適切に制御することによって、出力トルクに抗して作用する磁気力を可及的に低減し、これによる出力トルクの増大、電磁エネルギーから力学的エネルギーへの変換効率向上を達成すべく、さまざまな構成を有するトルク発生装置を試作開発してきた。

【0004】例えば、本願発明者らによる特開平7-79559号公報は、回転子に永久磁石を付加することによって、エネルギー変換効率を高めることができる動力発生装置を提案している。この提案に係る一実施例によれば、図1及び図2に示すように、支持部材10の間に回転出力軸11が軸受11aを介して回転自在に装備されており、この回転出力軸11の軸方向両端側には、軸方向に着磁されたリング状の永久磁石13が配置されている。回転出力軸11の側板10aと永久磁石13との間には、それぞれ3個の切欠部14aと磁歯部14bとが交互に設けられた磁性体14がそれぞれ固定されている。永久磁石13と磁性体14は回転出力軸11に対して同軸であり、回転出力軸11とともに回転する回転子12をなしている。このような構成を備えた動力発生装置によれば、無通電状態にあっては図4に示すように、磁歯部14bと対向する電磁石16c、d、g、h、

k、lは、永久磁石13の磁界中にある単なる磁性体となり(図4の薄墨部分参照)、磁歯部14b部分を吸引し、回転子12は停止状態にある。この状態から、図5に示すように切欠部14aと磁歯部14bとの境界部分14c1、14c3及び14c5に位置する電磁石16a、e、iを同時に励磁すると、永久磁石13の磁界と電磁石16a、e、iの磁界とが作用し合い、磁性体14を通る磁束14dが該電磁石16a、e、i側に瞬時に収束される。これにより、回転子12は、電磁石16a、e、i側に吸引され、磁束14dの幅を広げようとする方向、すなわち図5の時計方向への回転トルクを受ける。そして、このように磁歯部14bの回転方向に位置する電磁石16を順次励磁していくことによって、永久磁石13と電磁石16との間に生じる磁束によって磁気吸引力が生じられ、回転子12の回転を持続させることができる。しかも、この際、各磁束14dの回転方向後方には、磁束がほとんど存在しない、いわば磁束の空白域が生じるために、回転子12の回転運動を妨げるような後方の非励磁電磁石と永久磁石13の間の相互作用は可及的に低減されるものである。

【0005】また、同様の作用効果を目的として本願発明者らが開発したものとして、特開平10-32967号公報に記載されたトルク発生装置がある。この装置においては、ロータコア20の周囲にそれぞれ永久磁石22aと磁性部材のロータ突極子22bとを有する複数のロータ突極22を設け、これらのロータ突極22をステータ突極12を順次励磁することにより各々連続的に吸引してトルクを得ようとするものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の装置をはじめとする種々の試作機を通じてエネルギー変換効率、発生トルク等の性能を検証したところ、一定の性能向上は認められたものの、磁性部材内で予期されたほどの磁束の収束が生じていない可能性があり、十分な効率の向上が図れない場合があることが判明した。この傾向は、各磁性体突極子の体積が小さい後者のトルク発生装置の場合に、より顕著であると考えられる。

【0007】また、回転子に永久磁石を組み込んであるので、いずれの電磁石にも通電されていない状態では各永久磁石と近接している特定の電磁石との間に吸引力が作用していわば回転子が強固に拘束された状態となっている一方、電磁石に電流を供給して励磁したとしても、前記したような磁束の収束が不十分であることにより、その回転子の拘束状態が解除できず、回転子の始動が困難となることがあるという問題点も確認された。

【0008】この発明は、上記のような開発過程において見出された問題点を、あらためて明らかとなった永久磁石と磁性材料とを組合せて用いることの重要性に着目しつつ解消するためになされたもので、その目的は、永久磁石が持つ磁気エネルギーを有効に利用して高効率高

トルクを得られるとともに、始動性にも優れた永久磁石電動機を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本願の第1の発明に係わる電動機は、略円板状の磁性体より形成され、その外周縁に沿って複数の径方向突起部が設けられた出力部材と、その出力部材と間隔を隔てて並置された、略円板状の磁性体よりなる磁束統御部材と、前記出力部材と前記磁束統御部材とのそれぞれの外周縁の間にほぼ差し渡されるように配設され、その一端部が前記出力部材の外周縁に、その他端部が前記磁束統御部材の外周縁に沿って間隔をおいて配置されて、各々それら出力部材および磁束統御部材と磁気的な相互作用をなすようになっている複数の電磁石と、少なくとも前記出力部材を前記複数の電磁石の内方において周方向に回動自在に支持している支持手段と、前記出力部材と前記磁束統御部材との間に、その出力部材と磁束統御部材とを互いに異極性に磁化するように配設された磁化手段と、前記出力部材および前記磁束統御部材の外周縁と対向している前記電磁石のそれぞれは、その出力部材と対向している各一端部が前記磁化手段によって与えられる出力部材側極性と異極性となるように、各電磁石に所定のタイミングで励磁電流を供給する励磁電流供給手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】また、本願の第2の発明に係わる電動機は、磁性体を用いて略円板状に形成された可動子部材であって、その一方の面上には周方向に対して磁束を収束させつつ通過させ得るほぼ径方向に隆起形成された少なくとも一の隆起部を備えた可動子部材を、一組間隔をおいて並置するとともに、それら可動子部材を互いに固定して回転子部材を形成し、前記並置された可動子部材のそれぞれの外周縁の間にほぼ差し渡されるように配設され、その各端部が前記各可動子部材の外周縁に沿って間隔をおいて配置されて、各々それら可動子部材と磁気的な相互作用をなすようになっている複数の電磁石と、前記回転子部材を前記複数の電磁石の内方において周方向に回動自在に支持している支承手段と、前記一組の可動子部材の間に、それらの可動子部材を互いに異極性に磁化するように配設された磁化手段と、前記各可動子部材の外周縁と対向している前記電磁石のそれぞれの端部が、それぞれ対向している可動子部材に前記磁化手段が与える各極性とそれぞれ異極性となるように、各電磁石に所定のタイミングで励磁電流を供給する励磁電流供給手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】ここで、前記磁化手段としては、永久磁石又はその磁力が調整し得るよう構成された電磁石を用いることができる。

【0012】また、前記第1の発明において、電磁石の他端部がそれぞれ前記磁束統御部材に接続するようにしてもよい。

【0013】また、前記第1および第2の発明においては、各電磁石は、それぞれが前記出力部材の周縁に配設された突起部、あるいは前記可動子部材の周縁に臨む前記隆起部を連続して吸引するように順次励磁されるように構成する。

【0014】上記の構成を備えた前記本願第1の発明に係る電動機によれば、前記いずれの電磁石も励磁されていない状態では、磁化手段からの磁束は、(磁化手段の一方の磁極)→(出力部材の突起部)→(非励磁電磁石(この状態では単なる磁性体))→(磁束統御部材の円板状部)→(磁化手段の他方の磁極)という経路で回磁しており、出力部材の各突起部はいずれかの非励磁電磁石に吸引されて拘束された状態にある。しかし、励磁電流供給手段からいずれかの電磁石に電流が供給されて励磁されると、それまで非励磁の電磁石と磁化手段の一方の極との間で磁束統御部材を構成する磁性体内にほぼ一様に分布していた磁束は、その磁束統御部材の内部において励磁された電磁石と磁化手段との間を結ぶ各領域に十分に収束し、無通電状態における出力部材と電磁石との間の拘束状態を解除することができる。そして、出力部材の回転に応じて励磁電磁石を回転方向に順次切換えていくことで、出力部材を持続的に回転させることができる。すなわち、本発明にあっては磁束統御部材を設けたことにより、いったん所定の電磁石に通電されてこれが励磁されると、この磁束統御部材の内部で前記のように磁束の収束が起こり、通電されていない電磁石に対する磁束の影響はほとんどなくなり、磁束は駆動力を発生しようとする電磁石に集中する。いわば、磁束統御部材は駆動力の発生を妨げるような磁束の動きをその内部で統制するとともに、回転力に寄与し得るような磁束の状態を整えているのである。

【0015】さらに、出力部材と磁束統御部材との間に磁化部材を配設し、この磁化部材が発生する磁束を励磁電磁石から発せられる磁束に重畳して利用することができるので、同等の回転トルクを得ようとする場合における所要入力電力が大幅に低減されることとなる。

【0016】また、前記本願第2の発明に係る電動機によれば、前記いずれの電磁石も励磁されていない状態では、磁化手段からの磁束は、主として各可動子部材に形成された隆起部が磁路として機能することにより、(磁化手段の一方の磁極)→(一方の可動子部材に隆起形成された隆起部)→(非励磁電磁石(この状態では単なる磁性体))→(他方の可動子部材に隆起形成された隆起部)→(磁化手段の他方の磁極)という経路で回磁しており、可動子部材の各隆起部は、いずれかの非励磁電磁石との間に吸引作用が生じて拘束された状態にある。しかし、励磁電流供給手段からいずれかの電磁石に電流が供給されて励磁されると、それまで非励磁の電磁石と磁化手段のいずれかの極との間で可動子部材の主として隆起部を形成する磁性体内に分布していた磁束は励磁され

た電磁石と磁化手段との間で可動子部材を構成する円板状磁性体(上記第1の発明における磁束統御部材に相当する)を介して十分に収束し、前記無通電状態における可動子部材隆起部と非励磁電磁石との間の拘束状態を解除することができる。そして、可動子部材及びこれを組合せてなる回転子部材の回転に応じて励磁電磁石を回転方向に順次切換えていくことで、これを持続的に回転させることができる。この第2の発明に係る電動機の構成によれば、組み合わされた2個の可動子部材のいずれもが回転トルクを発生することができるので、前記第1の発明に比していっそう効率向上が図られることになる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本願第1の発明の一実施形態による電動機の概略構成を模式的に示す側断面図である。なお、この図においては、本装置の基本的な構成と作用とを明瞭にするため、装置のハウジングやフレームなど、本発明の説明に関して本質的でないと思われる部分については適宜図示を省略している。

【0018】図1に示すように、本実施形態の電動機は、出力部材としてのロータ10と、磁化手段である永久磁石20と、複数の電磁石30と、その電磁石30の一端部と相互に磁気作用を及ぼしうる磁束統御部材であるディスク40とを主として備えて構成されている。ロータ10は、磁性体材料を用いて略円板状に形成された部材であり、その外周縁に沿って径方向にそれぞれ中心角60°の突起部10aが4ヶ所等間隔に設けられている。ディスク40は磁性体材料を用いて形成された単純な円板状の部材である。ロータ10とディスク40とは、支持部材である回転軸60を介して固接されている。

【0019】このロータ10及びディスク40の外周縁の間に差し渡されるようにして、複数の電磁石30が所定の間隔を隔てて延設されている。各電磁石30は、略棒状のコアの外周側部に励磁用コイル36が巻回されてっており、そのコアの一端部32がロータ10の外周縁部と、他端部34がディスク40の外周縁部とそれぞれ近接して対向するように配設されている。本実施形態においては、その作用に関して後述するように、12個の電磁石30が30°ピッチでロータ10及びディスク40を取り囲むように並設されている。前記回転軸60は、図示しない軸受によって支持されて、ロータ10及びディスク40が環状に並設された電磁石30の内方において回転自在となるようにしている。

【0020】なお、この場合、各電磁石30とロータ10及びディスク40とは互いに近接して連続した磁気回路を構成しうようになっているとよい。したがって、電磁石30のコアとディスク40とを固定的に接続するような構成を採用することも可能である。言うまでもな

く、このような構成とする際には、公知の構成によってディスク40と回転軸60との間で相対回転が可能となるようにしておくことになる。

【0021】ディスク40とロータ10の間には、永久磁石20が設けられている。永久磁石20はほぼ円筒状であって、ロータ10及びディスク40とほぼ同心状に設けられている。この実施形態にあつては、円板状のディスク40の中心軸とほぼ同軸状に位置するように、ディスク40側がS極となるように固接されている。また、永久磁石20のN極側には前記ロータ10が配設される。なお、この実施形態では、永久磁石20の各端部と磁性材料からなるロータ10のボス部10b及びディスク40のボス部40bとがそれぞれ別部材として密接するように構成されているが、永久磁石20と各ボス部10b、40bとを糸駒状に形成された一体的な永久磁石として構成しても構わない。

【0022】制御装置70は、適宜の電源に接続されて、12個の電磁石30にそれぞれ設けられたコイル36に励磁用出力電流を順次供給するものであり、一般に、リレー、トランジスタ、サイリスタ等の電流スイッチング機器又は素子と、それらのスイッチング素子等のオンオフを制御するための制御回路とから構成されている。この制御装置70によって、電源電流は適宜整流されるとともに、所定の出力周波数及び出力電流を有する信号として各コイル36に供給される。なお、本発明に係る電動機では、基本的には各電磁石30の順次励磁制御にロータ10が同期駆動されるため、駆動制御の面からはオープンループ構成としてさしつかえない。ただし、ロータ10の回転角度を検出するために、例えば所定の切欠き形状を備えた遮光板(図示省略)と組合せた光センサやロータリエンコーダのような、既存の種々のセンサを適宜用いてロータ10の速度制御を行うことができる。本実施形態にあつては、ロータ10の回転角を検出する回転センサ80が設けられ、その出力信号は、前記制御装置70の制御回路に入力され、例えばロータ10の回転角度に応じて前記電流スイッチング素子等のオンオフを制御するためのトリガ信号として使用される。

【0023】次に、図2～図6を参照して、上記の構成を有する本発明の一実施形態に係る電動機的作用を説明する。まず、図2は、電磁石30のコイル36のいずれにも制御装置70から励磁電流が供給されておらず、いずれの電磁石30も励磁されていない状態、すなわち電源オフの状態を示している。この状態では、永久磁石20のN極は、ロータ10の各突起部10aを介してそれぞれ対向する電磁石30の一端部32a、32c、32d、32f、32g、32i、32j、32lとの間に磁気吸引力を及ぼしている。したがって、各ロータ突起部10aには、その径方向外方へ向けて吸引力が作用しているのみで、ロータ10の中心に挿通固定されてい

る回転軸60についてみると、各ロータ突起部10aに作用する外方への吸引力は実質的にバランスがとれているとともに、各ロータ突起部10aはそれぞれ対向する電磁石30の一端部32との間でいわば拘束された状態となっている。これは、ディスク40側を含めて考えると、(永久磁石20のN極)→(ロータ突起部10a)→(電磁石30の一端部32)→(電磁石30の他端部34)→(ディスク40)→(永久磁石20のS極)の経路で磁束が回磁しており、この磁束による吸引力が、各ロータ突起部10aを電磁石30に対して固定させるように作用しているためである。

【0024】次に、図3に示すように、12個の電磁石30のうち、等間隔に配置されている4個に、すなわち電磁石30a、30d、30g、30jに制御装置70から電流を供給して、そのロータ10側の端部32a、32d、32g、32jがS極となるように励磁する。このとき、図2に示した無通電状態では永久磁石20のN極から電磁石30a、30c、30d、30f、30g、30i、30j、30lを通して回磁していた磁束は、異極性に励磁された前記電磁石30a、30d、30g、30jに収束され、この磁気吸引力によってロータ10には時計回りに回転トルクが作用することになる。

【0025】この際に、ロータ10の始動性を改善する上で、ディスク40内における磁束の挙動が重要な役割を果たしている。すなわち、図2の無通電状態においては、永久磁石20のS極に入る磁束は、電磁石30a、30c、30d、30f、30g、30i、30j、30lを通して回磁しており、ロータ10の突起部10aを拘束させる作用をしていた。しかし、図3に示すように、電磁石30a、30d、30g、30jに電流を供給してこれを励磁すると、永久磁石20のS極に入る磁束はこれらの電磁石の他端部34a、34d、34g、34jに収束され、それまでロータ10を拘束させる作用をなしていた電磁石30c、30f、30i、30lを介してロータ10及び永久磁石20のN極と回磁していた磁束は消滅し、前記電磁石30a、30d、30g、30jが励磁されると同時に、図2に示したロータ10の拘束状態は完全に解除される。したがって、ロータ10は前記電磁石に通電された直後から、時計方向に作用する回転トルクによって円滑に回転動作を開始することができるのである。

【0026】図4、図5は、図3の状態に引き続いてロータ10が時計方向に磁気吸引力による回転トルクを受けながら回転駆動される様子を示している。この間も、ディスク40内における磁束の収束状態は、図3に示した状態と変わらず、永久磁石20のS極と励磁されている電磁石の他端部34a、34d、34g、34jとの間に集中して存在するため、ロータ10の各突起部10aは、回転方向前方に位置している励磁電磁石の一端部



32a、32d、32g、32jからの磁気吸引力のみを受け、回転を妨げるような他の非励磁電磁石32c等との間の磁氣的相互作用は存在しないこととなる。言い換えれば、非励磁状態の各電磁石の端部32、34に対向するロータ10の磁性体内部は、実質的に磁束が存在しない空白域（図示のロータ10内薄層以外の部分）とされているのである。このことから、前記したような始動性の改善とともに、効率の向上を図ることができる。

【0027】ここで、図6に示すように、ロータ10の各突起部10aの回転方向に対する前端縁部がそれぞれ各励磁電磁石に対して回転方向前方に隣接する非励磁の電磁石32b、32e、32h、32kと近接する位置にまで到達したら、それまで励磁されていた電磁石30a、30d、30g、30jに対する電流供給を停止して、それまで非励磁であった前記隣接する電磁石30b、30e、30h、30kに電流を供給してこれらを励磁する。この状態は、図3に示した起動初期状態と同等の状態に相当し、各ロータ突起部10aは、時計方向前方に位置する励磁電磁石の端部32b、32e、32h、32kと永久磁石20のS極との間に収束する磁束によって磁気吸引力を受け、引き続き時計回りの回転トルクを発生させることになる。このとき、ディスク40内における磁束の挙動は、図3乃至図5について説明したように、永久磁石20のS極と新たに励磁された電磁石の他端部34b、34e、34h、34kとの間に収束され、非励磁とされた電磁石30a、30d、30g、30jに回磁する磁束は消滅する。以下、制御装置70によって各電磁石30に上記した手順で励磁電流を供給することにより、ロータ10は連続的に回転トルクを発生することができる。

【0028】次に、本願第2の発明を実施するための実施形態について説明する。図7は、本願第2の発明の一実施形態による電動機の概略構成を模式的に示す側断面図であり、前記第1の実施形態における図1に対応している。本装置の基本的な構成と作用とを明瞭にするため、装置のハウジングやフレームなど、本発明の説明に関して本質的でないと思われる部分については適宜図示を省略している点も同様である。

【0029】図7に示す第2の実施形態に係る電動機が第1の実施形態に係る装置と異なるのは、ロータ10及びディスク40に代えて、可動子部材としての切欠ロータRを備えていることである。この切欠ロータR単体の斜視図を、図8に示す。図8からわかるように、切欠ロータRは、第1の実施形態におけるロータ10とディスク40とを一体的に接合して得られる形状を有している。すなわち、この切欠ロータRは、全体として略円板状の磁性体部材として形成されているものの、その厚み方向の1/2程度が所定の形状をもって切欠かれており、その外周縁に沿って径方向にそれぞれ中心角60°の突起部Raが4ヶ所等間隔に設けられた構成となるよ

うに形成されているのである。そして、突起部Raが設けられない側の1/2厚み程度は、磁性体による円板状部Rc（本願第1の発明における磁束制御部材に相当する）として形成されている。なお、ボス部Rbは後述する回転軸60が各切欠ロータRと接合される部分であり、本実施形態では小径の円板状部材が別途嵌設されるようにしているが、もちろんこのような構成に限定されるわけではない。例えば、前記第1の実施形態において説明したのと同様に、永久磁石20と各ボス部Rbとを一体の糸駒状の永久磁石として形成するようにしてもよい。

【0030】本実施形態では、図7に示すように、一組の切欠ロータRを突起部Raの側が対向するように並置し、それを支承部材としての回転軸60によって固接して回転子部材である回転子RRを構成している。ただし、切欠ロータRを組合せる際の突起部Raの向きはこの実施形態の構成に限定されるものではない。並置された切欠ロータRの間に略円筒状の永久磁石20が配設される構成、及び各切欠ロータRの外周縁部の間に差し渡されるように複数の電磁石30が並設される構成は第1の実施形態の場合と同様であり、また、電磁石30に励磁電流を順次供給する制御装置70、及び回転子RRの回転を制御するための回転センサ80を設ける構成も、第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0031】次に、図9～図12を参照して、上記の構成を有する本発明の第2の実施形態に係る電動機的作用を説明する。電源オフの状態（第1の実施形態における図2に相当する状態。図示略）から、図9に示すように、12個の電磁石30のうち、等間隔に配置されている4個に、すなわち電磁石30a、30d、30g、30jに制御装置70から電流を供給して、その一方の切欠ロータR側の端部32a、32d、32g、32jがS極となるように、他方の切欠ロータR側の端部34a、34d、34g、34jがN極となるように励磁する。このとき、前記第1の実施形態の場合と異なるのは、いずれの切欠ロータRにおいても、その突起部Raを介して永久磁石20の各磁極との間に磁束の収束が起こり、回転子RRにおける回転トルクの発生に寄与することである。

【0032】一方、本実施形態においては、回転子RRの始動性を改善する上で、各切欠ロータRの円板状部Rc内における磁束の挙動が、第1実施形態におけるディスク40内におけると同様の重要な役割を果たしている。すなわち、無通電状態において各切欠ロータRの突起部Raとそれぞれ対向した電磁石を通して回磁していた磁束は、その各切欠ロータRの突起部Raを互いに拘束させる作用をしており、円滑な始動を困難にする原因となっていたのであるが、図9に示すように、電磁石30a、30d、30g、30jに電流を供給してこれを

励磁すると、永久磁石20の各磁極に出入りする磁束はこれらの励磁電磁石の各端部32a、32d、32g、32j及び34a、34d、34g、34jに収束され、それまで突起部Raを拘束させる作用をなしていた磁束の回磁は消滅し、前記回転子RRの拘束状態は完全に解除される。したがって、第1の実施形態と同様に、切欠ロータR及び回転子RRは前記電磁石30a、30d、30g、30jに通電された直後から、各切欠ロータRの突起部Raについて時計方向に作用する回転トルクによって、円滑に回転動作を開始することができるのである。

【0033】図10、図11は、図9の状態に引き続いて各切欠ロータRが時計方向に励磁電磁石からの磁気吸引力による回転トルクを受けながら回転駆動される様子を示している。この間も、各切欠ロータRの円板状部Rc内における磁束の収束状態は、図9に示した状態と変わらないので、切欠ロータRの各突起部Raは、回転方向前方に位置している励磁電磁石の各端部32a、32d、32g、32j及び34a、34d、34g、34jからの磁気吸引力のみを受け、回転を妨げるような他の非励磁電磁石30c等との間の磁気的相互作用は存在しないこととなる。このことから、第1の実施形態と同様の始動性の改善とともに、いっそうの効率向上を図ることができる。

【0034】また、回転子RRに連続的に回転トルクを発生させるためには、図12に示すように、それまで励磁されていた電磁石30a、30d、30g、30jに対する電流供給を停止して、それまで非励磁であった回転方向前方に隣接する電磁石30b、30e、30h、30kに電流を供給してこれらを励磁する。この状態は、図9に示した起動初期状態と同等の状態に相当し、各切欠ロータRの突起部Raは、時計方向前方に位置する各励磁電磁石の端部32b、32e、32h、32k及び34b、34e、34h、34kと永久磁石20の各磁極との間に収束する磁束によって磁気吸引力を受け、引き続き時計回りの回転トルクを発生させる。このとき、各切欠ロータRの円板状部Rc内における磁束の挙動は、図9乃至図11について説明したように、永久磁石20の各磁極と新たに励磁された電磁石30b、30e、30h、30kとの間に収束され、非励磁とされた電磁石30a、30d、30g、30jに回磁していた磁束は消滅する。そして、以後、制御装置70によって各電磁石30に上記した手順で励磁電流を順次供給することにより、切欠ロータR及び回転子RRは連続的に回転トルクを発生することができる。

【0035】以上説明した本願発明の第1及び第2の実施形態において、ロータ10又は回転子RRの回転速度制御を行う場合、各電磁石30への励磁電流を切換えるタイミングは、ロータ10又は切欠ロータRの周囲に環設される電磁石30の数、すなわち固定子側の極数nに

よって定まり、 $(360/n)^{\circ}$  毎に切り替える必要がある。したがって、この実施形態にあつては固定子側の極数 $n=12$ であるから、 $(360/12)=30^{\circ}$  毎に励磁される電磁石30を切り換えていけばよい。励磁する電磁石30を切り換えていく方向は、所望の回転方向にしたがって定めればよい。

【0036】また、上記説明の中では、ロータ10の突起部10aあるいは各切欠ロータRの突起部Raの回転方向前端部がそれまでの励磁電磁石の前方に隣接する各非励磁電磁石に近接する位置に達したときに励磁電流を切り換える構成をとっていた。しかし、より厳密には、ロータ10あるいは切欠ロータRが回転していく際の磁束分布の変化を有限要素法を用いて逐次解析するなどの手法を採用したり、電磁石30に対する励磁切換タイミングをパラメータとして出力特性を測定比較したりすることによって、出力トルクの増大やエネルギー変換効率の向上だけでなく、トルク変動抑制等の他の要素を加味して最適な励磁電流切換タイミングを見出すことが可能である。そして、ロータ10あるいは切欠ロータRの回転角を検出する前記回転センサ80の出力信号がその最適化条件を満たすように、センサの設定条件を調整すればよいのである。

【0037】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、上記の構成を備えた本発明に係る電動機によれば、無通電状態において出力部材又は可動子部材の突起部に対向する電磁石を介して磁化手段の各磁極間を回磁する磁束によって拘束されていた前記出力部材及び可動子部材は、その磁束が磁束統御部材あるいは可動子部材円板状部を介して新たに励磁された電磁石のみに収束されることによって拘束状態が解除され、励磁電磁石から受ける磁気吸引力によって円滑に始動させることができる。

【0038】そして、前記出力部材及び可動子部材は、もっぱら前記励磁電磁石からの磁気吸引力のみを受け、他の非励磁電磁石との間には前記磁束の収束現象によって回転を阻害するような磁気力は作用しないこととなるから、出力効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機の構成を示す側断面図である。

【図2】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その1である。

【図3】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その2である。

【図4】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その3である。

【図5】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その4である。

【図6】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その5である。



13

【図7】 本願第2の発明の一実施形態に係わる電動機の構成を示す側断面図である。

【図8】 本願第2の発明の一実施形態に係わる電動機に用いる切欠ロータの概略図である。

【図9】 本願第2の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その1である。

【図10】 本願第2の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その2である。

【図11】 本願第2の発明の一実施形態に係わる電動機的作用を示す図その3である。

【図12】 本願第1の発明の一実施形態に係わる電動機

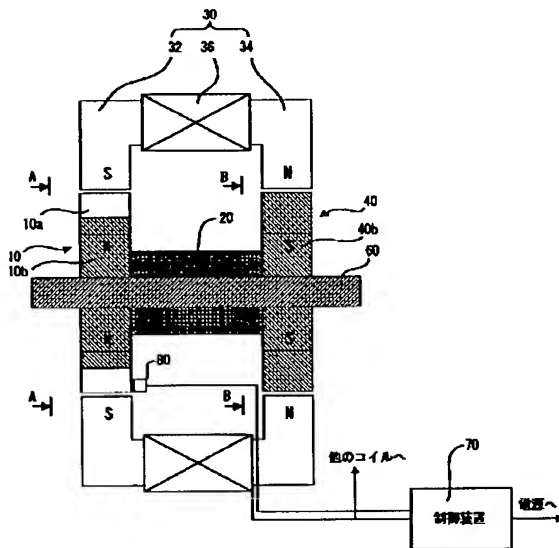
14

機的作用を示す図その4である。

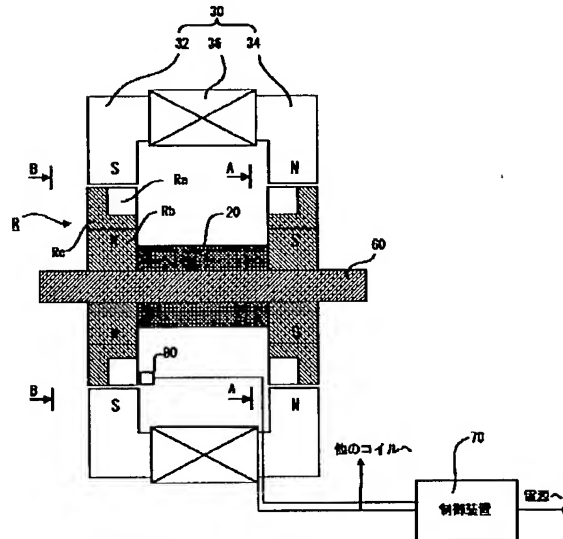
【符号の説明】

- |       |                  |
|-------|------------------|
| 10    | ロータ              |
| 10a   | 突起部（ロータ10の）      |
| 30    | 電磁石              |
| 40    | ディスク（磁束制御部材）     |
| 70    | 励磁制御装置（励磁電流制御手段） |
| R     | 切欠ロータ（可動子部材）     |
| Ra    | 突起部（切欠ロータRの）     |
| 10 Rc | 円板状部（可動子部材の）     |
| RR    | 回転子              |

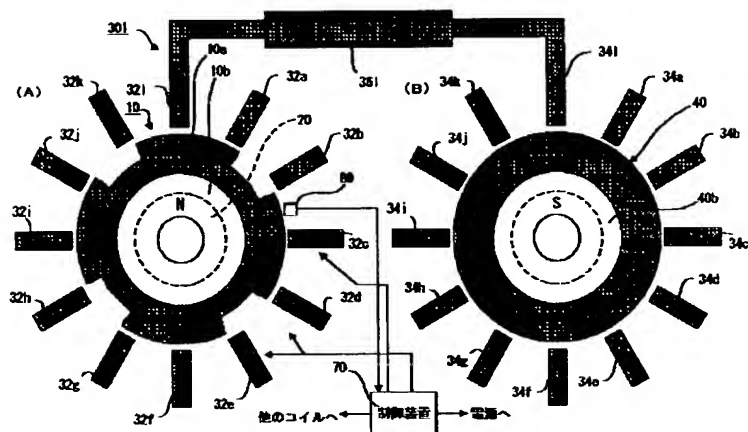
【図1】



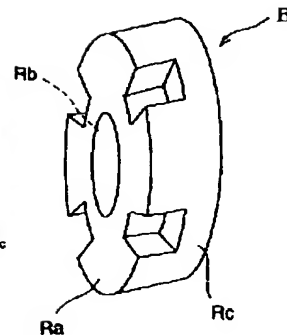
【図7】



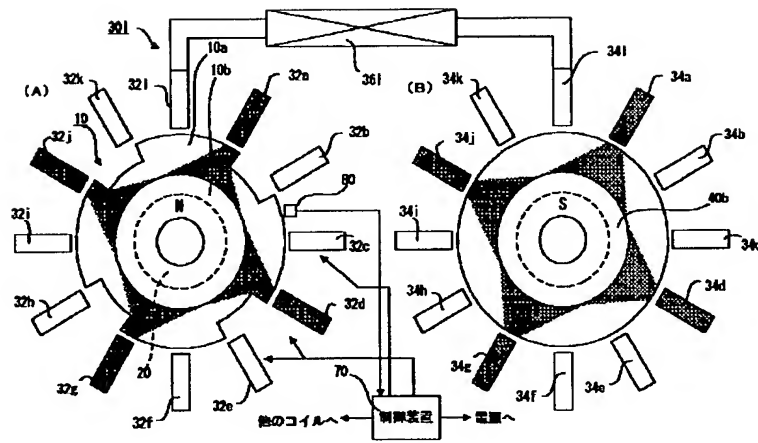
【図2】



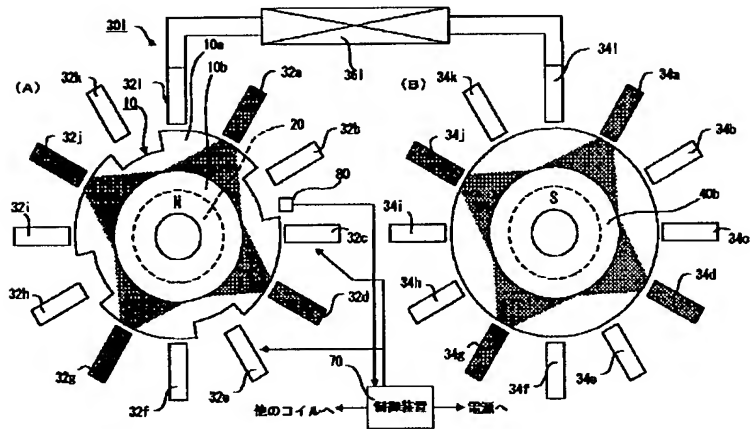
【図8】



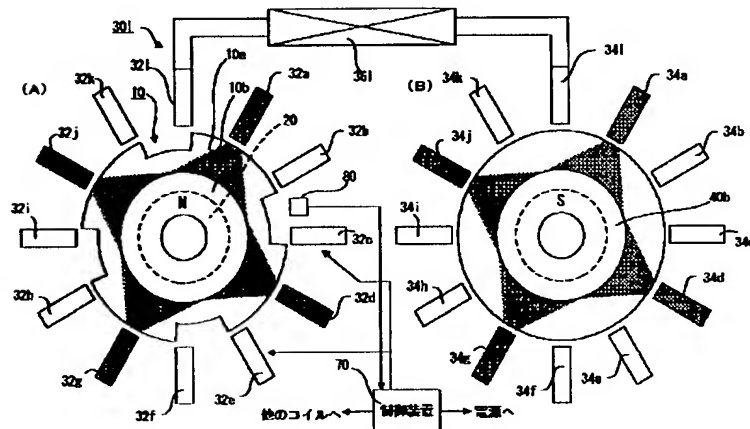
【図3】



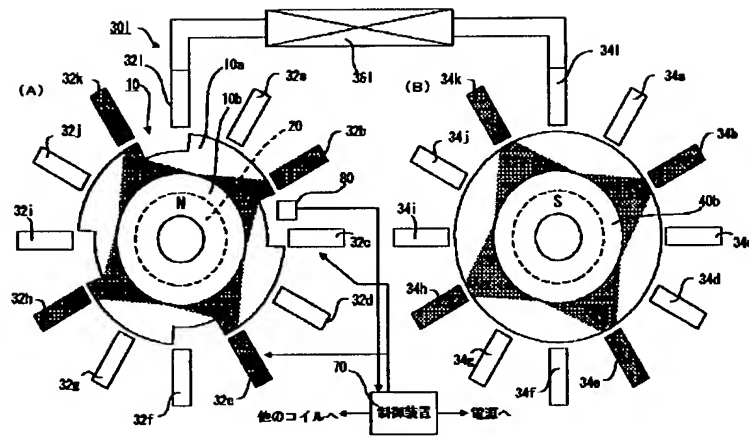
【図4】



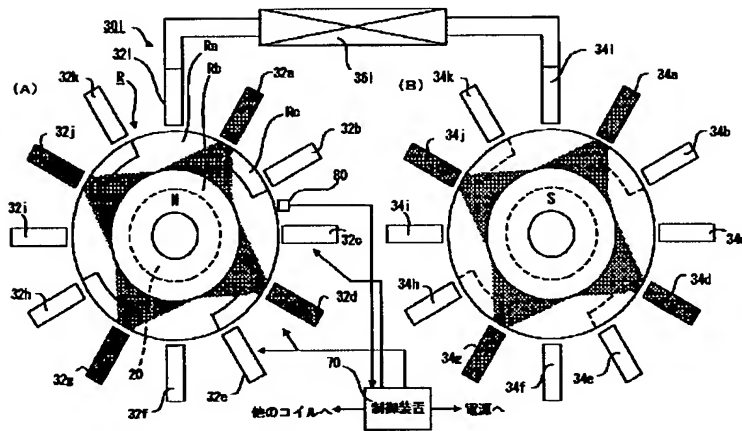
【図5】



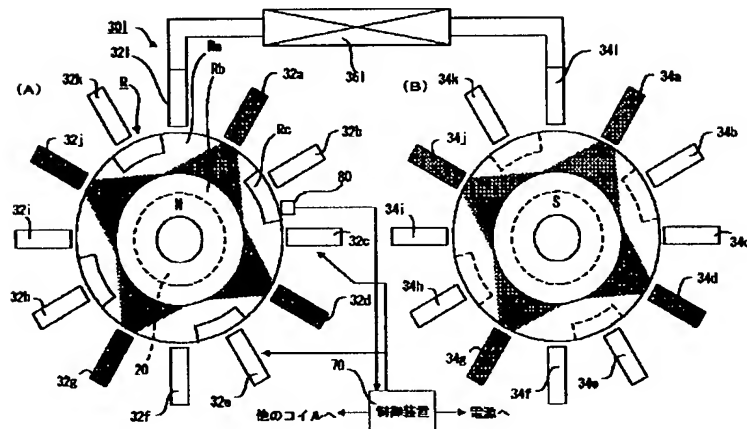
【図6】



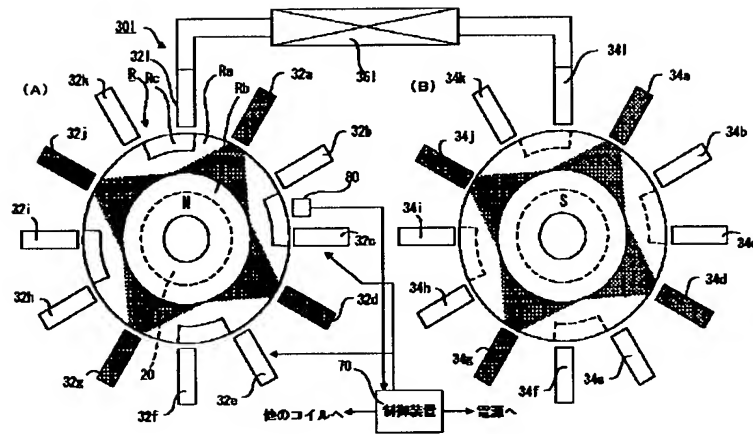
【図9】



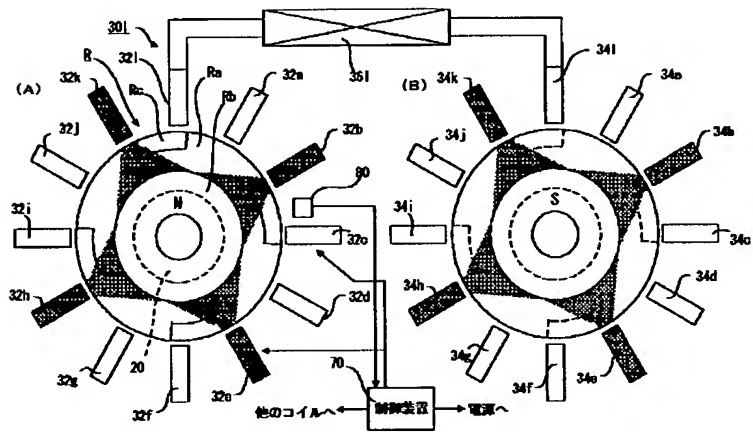
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

H02K 29/06

識別記号

F I

H02K 29/06

ターム(参考)

Z

Fターム(参考) 5H002 AA01 AA05 AB07 AC06 AE06  
AE07

5H019 AA04 BB01 BB13 BB20 CC03  
CC06 CC08 CC10 DD07 DD09  
EE01

5H621 BB07 BB10 GA04 GA09 GA12  
HH01 HH10 JK03

5H622 AA03 CA02 CA06 CA07 CB03  
PP01